El convencionalismo en el problema de las magnitudes físicas

ENRIQUE LOEDEL PALUMBO
Universidad Nacional de Cuyo, San Juan

Los hilos de la trama conceptual de una teoría científica están constituídos, ciertamente, por las magnitudes físicas. Cuando se discute el alcance o el significado gnoseológico de una teoría física en particular o de la teoría en general; cuando se pregunta acerca de si ésta es capaz de captar la realidad que trasciende del simple fenómeno, el problema se enfoca, corrientemente, analizando la arquitectura del edificio teórico o, si nos atenemos a nuestra primera imagen, a la forma de la malla conceptual, prescindiendo de estudiar la estructura íntima de los hilos mismos que la forman. Sin esfuerzo se admite cierto grado de convencionalismo al tratar de la estructura de una teoría, pero es, evidentemente, mucho más difícil, el hacer advertir la parte convencional, generalmente implícita, que aparece en la constitución de los ladrillos mismos del edificio teórico, esto es, las múltiples convenciones necesarias para poder efectuar una "simple" medida de longitud o de un intervalo de tiempo. La razón estriba en que estas convenciones se presentan al espíritu de un modo tan natural que, por eso mismo, se hacen casi irreconocibles como tales. Juzgamos —y quizá con razón— que si seres inteligentes habitaran un extraño y remoto planeta habrían convenido lo mismo que nosotros y efectuarían sus medidas de longitud y tiempo, esencialmente, de idéntica manera. Es ésta la raíz psicológica de la creencia en un espacio y en un tiempo absolutos. Se cree que la distancia entre dos puntos o el lapso que transcurre entre dos acontecimientos tienen de por sí un significado y el hombre habría descubierto la manera de medir esa longitud o ese tiempo existentes por sí mismos.

Antes de la aparición de la teoría de la relatividad esta ilusión era,

hasta cierto punto, justificable. La igualdad entre dos segmentos físicos gozaba de un carácter absoluto, pero hoy sabemos que para un observador en movimiento, con respecto a una esfera, por ejemplo, los radios de ésta dejan de ser iguales, apareciendo aquélla, de acuerdo a sus medidas, como un elipsoide. Algo análogo ocurre con el tiempo. Pero, claro está, que aún habiendo perdido, longitud y tiempo, su carácter absoluto, no por ello dejan de ser magnitudes físicas y, por añadidura, magnitudes fundamentales.

Es corriente decir que algo goza del carácter de magnitud, cuando, para ese algo, puede ser definida la igualdad y la suma. El poder definir equivale aquí a lograr, a ingeniarse hasta poder llegar a una definición, por lo cual el sentido, significado y alcance de aquellas igualdades o sumas no podrá ser otro que el que nosotros mismos le hayamos dado. Ya H. Poincaré se pregunta acerca del sentido que tiene el afirmar que entre las 2 y las 3 horas transcurre el mismo tiempo que entre las 5 y las 6, así como también acerca del sentido de la aserción que decide, entre dos relojes, cuál de ellos marcha mal y cuál bien. Para convencernos con Poincaré que las afirmaciones precedentes no tienen por sí mismas significado alguno, bastará con que pensemos en la marcha de un reloj de sol o de un reloj estelar. El tiempo de la mecánica, definido implícitamente por sus ecuaciones, no es ni mejor ni peor, ni más o menos real, que el definido por un reloj de sol; a lo sumo podrá ser más cómodo.

Si se piensa en los aparatos que en toda época han sido utilizados para medir el tiempo, se podría creer que todos ellos se fundan en el postulado: "Acontecimientos iguales, en circunstancias iguales, se producen en lapsos iguales". (Las oscilaciones de un péndulo, o el escurrimiento sucesivo del agua de un tanque entre dos marcas fijas, etc.). Con esto parecería que se tuviera una definición de la igualdad de dos intervalos de tiempo basada en el propio principio de causalidad. Pero esto es sólo una ilusión. Cierto es que si medimos el tiempo con un reloj de sol ya no serán válidas las leyes de la electrólisis, ni la ley de inercia ni tantas otras, pero siempre podría pensarse que la *causa* de esas variaciones residía en el movimiento del sol. Además, nunca dos acontecimientos sucesivos pueden producirse en circunstancias exactamente iguales, porque, entre uno y otro, cambia la posición de los astros (y otras cosas) cuya influencia no puede ser *a priori* descartada. Por lo tanto los instrumentos destinados a medir el tiempo se

basan en el postulado: "Acontecimientos aproximadamente iguales, en circunstancias aproximadamente iguales se llevan a cabo en lapsos también aproximadamente iguales". De aquí que, del principio de causalidad no podamos extraer ninguna definición de la igualdad de dos intervalos de tiempo. Pero el tiempo se mide y los astrónomos se encargan de corregir la marcha de los relojes, por lo cual parecería que el reloj patrón estaría constituído por la tierra en su movimiento rotacional. Si así fuera no tendría sentido hablar de un posible frenamiento de la tierra, pero lo tiene, dentro de la mecánica clásica, porque en ella las ecuaciones de Newton dan una definición implícita de ese parámetro *t* que figura en las mismas.

El tiempo de la teoría de la relatividad está en cambio definido por el postulado de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío y en un sistema inercial. El reloj patrón es, ahora, un rayo de luz.

En lo que a la medida de una longitud se refiere el patrón está constituído por el cuerpo rígido, y dos segmentos físicos distantes serían iguales entre sí, si se pueden hacer coincidir los extremos de ambos, *simultáneamente* cada vez, en dos operaciones sucesivas, con dos marcas efectuadas en el cuerpo rígido, que se postula que no se deforma por el transporte. Resulta inevitable emplear la noción de simultaneidad para definir físicamente la igualdad de dos segmentos y de aquí la indisoluble unión del espacio y del tiempo.

Con la longitud y el tiempo, las convenciones necesarias para hacer de ellas verdaderas magnitudes físicas, pasan casi por completo inadvertidas. Ocurre en cambio todo lo contrario con otro concepto fundamental de la física: la temperatura. Además, desde hace milenios, el hombre mide longitudes y tiempos, en tanto que las medidas termométricas sólo se hacen posibles después de haber inventado Fahrenheit su escala en 1724. Aquí la parte convencional salta a la vista: la elección de los puntos fijos, la elección de la substancia termométrica, el modo de dividir la escala, etc. Por eso no es de extrañar que prestigiosos físicos y matemáticos —citaré de nuestro medio a los doctores Teófilo Isnardi y Julio Rey Pastor— afirmen que la temperatura no es una magnitud física. En otro lugar *(Anales de la Sociedad Científica Argentina,* 1943) me he ocupado detenidamente de este asunto y creo haber demostrado en forma concluyente lo absurdo de aquella afirmación. También en otra ocasión (Reunión de la Asociación Física Argentina, reseñada en la *Revista de la Unión Matemática*

Argentina, 1945) indiqué que puede establecerse un paralelismo formal y perfecto entre tiempo y temperatura, de tal modo que, si se encontrara un argumento que le quitara a la temperatura su carácter de magnitud física, el mismo sería aplicable también a la noción de tiempo.

Existen infinitas temperaturas, es decir, existen infinitas maneras de hacer corresponder un número a cada estado térmico y entre ellas habrá alguna, no más verdadera o más real que las demás, sino solamente más cómoda o más económica en el sentido de Mach. Y lo mismo, exactamente lo mismo, ocurre con el tiempo y con cualquier otra magnitud física.

En el plano topográfico en que asentamos los hechos físicos las magnitudes no son otra cosa que una red de coordenadas convencionales como las coordenadas de Gauss. Son ellas puras creaciones de nuestro espíritu y de cuyo significado absoluto es tan absurdo hablar como lo sería el buscar el sentido íntimo y trascendente de los colores con que confeccionamos un mapa geográfico.